棉铃虫的紫云英-麦胚人工饲料

吴 坤 君
(中国科学院动物研究所)

摘要　用不同人工饲料连续饲养棉铃虫 *Heliothis armigera*; 通过试验比较，设计和发展了适合于大量饲养棉铃虫的紫云英-麦胚人工饲料。与自然饲料相比，用这种人工饲料饲养的棉铃虫发育快、存活率高、蛹大、成虫产卵多。已经用紫云英-麦胚人工饲料连续饲养棉铃虫16代，各代幼虫的存活率在85—97%之间，成虫平均产卵1,000多粒，孵化率不低于70%。6龄幼虫对这种人工饲料的利用和转化效率分别是26.7%和65.0%。

关键词　棉铃虫　人工饲料

棉铃虫 *Heliothis armigera* 是世界性的重要棉花害虫。由于它们主要取食寄主植物的繁殖器官，又有自相残杀习性，因此，用自然饲料饲养的困难较大。关于棉铃虫的人工饲料，国内外已有不少报道。Vanderzant 等(1962)首先发表了美洲棉铃虫 *Heliothis zea* 的麦胚-酪蛋白人工饲料。随后，以浸泡的豆类或熟豆粉为主要成分的豆饲料 (Shorey 等，1965; Twine, 1971; Brewer 等，1975)、CSM 基础饲料 (Burton, 1970)、麦豆混合饲料 (Burton 等，1972)等相继问世。所谓 CSM 系玉米粉、大豆粉和奶粉的混合物，是美国的一种廉价婴儿食品。Brewer 等(1976)还曾用玉米穗轴粉代替大部分琼脂，配制过低成本的棉铃虫人工饲料。近年来，国内一些单位也用与上述饲料类似的人工饲料大量饲养棉铃虫(河北省植保土肥所虫害室棉虫组，1978; 卓乐娰等，1981)。作者(1980)曾用紫云英人工饲料饲养过棉铃虫，随后，又对几种人工饲料的饲养效果进行了系统的观察比较，对原饲料的配方作了适当的修改，逐步形成一种实用的紫云英-麦胚饲料。从1980年至今，已连续饲养棉铃虫16代，效果比较好，现报道于后。

材料和方法

虫源　1979年秋末在京郊棉田采回老熟幼虫室内化蛹越冬，次春用第一代幼虫作为试验虫源。

饲料配方　参考国内外已发表的资料设计了4种人工饲料(表1)，分别简称为玉米粉、豆粉、麦胚和紫云英饲料，它们的含水量都是80%。所用黄豆粉均经高压消毒30分钟；麦胚粉系将小麦浸泡发芽，待芽与麦粒等长时，去除根部后晒干、粉碎制成；紫云英粉系紫云英 (*Astragalus sinicus* L.)盛花期花和叶的混合物晒干，粉碎制成。上述各成分及玉米粉均经40目过筛。

饲料制备　将人工饲料各成分分为三部分：1)、用一半水溶解琼脂，煮沸直至透明；2)、将维生素C和甲醛溶于30毫升水中(在以后的紫云英-麦胚饲料中，将亚油酸加在维生

本文于1983年11月收到。
承江西省宜春地区棉种场谢长生同志和萍乡市农业局龚航莲同志提供本试验用的紫云英；在试验过程中，先后得到本室李明辉、龚佩瑜和李秀珍等同志的帮助，谨致谢意。

素溶液中)；3)、将饲料的其余成分混和后，加入余下的水，并充分搅拌。趁热将溶解的琼脂倒入并迅速搅拌，待其冷却到 40℃ 以下时，加入维生素 C 溶液，继续搅拌直至凝结，保存于冰箱内待用。

表 1　供试饲料的组成(克)

饲料成分	玉米粉饲料	豆粉饲料	麦胚饲料	紫云英饲料	对照饲料
玉米粉	120.0	—	—	—	1—3 龄幼虫：嫩棉叶；4—6 龄幼虫：架豆。
豆粉	30.0	150.0	—	—	
麦胚粉	—	—	100.0	—	
紫云英	—	—	—	150.0	
脱脂奶粉	12.0	—	20.0	—	
酵母粉	20.0	30.0	52.0	30.0	
复合维生素 B(片)	20	20	20	20	
维生素 C	3.0	3.4	5.0	3.4	
尼泊金	2.0	2.4	2.0	2.4	
山梨酸	1.0	1.2	1.0	1.2	
琼脂	12.0	13.0	20.0	13.0	
10%甲醛(毫升)	2.0	2.0	2.0	2.0	
蒸馏水(毫升)	800	800	800	800	

饲养方法　与以前的试验基本相同(吴坤君，1978、1980)。在比较不同饲料的饲养效果时，对照组 1—3 龄幼虫喂以嫩棉叶，4 龄以上幼虫喂以架豆。成虫均喂以 10% 的蜂蜜溶液。除越冬代以外，其它各代的饲养温度均在 25°—29℃ 之间，每日光照不少于 14 小时。

供试材料分析　分别用氯氨法和茚三酮试剂测定总氮、蛋白氮和氨基氮；用碘量法测定单糖；测定总糖时先用草酸溶液水解抽取液(波钦诺克，1981)。

根据 Waldbauer(1968) 描述的方法测定幼虫对人工饲料的利用情况：

$$\text{近似消化率(AD)} = \frac{\text{摄入饲料重量} - \text{排出粪便重量}}{\text{摄入饲料重量}} \times 100\%$$

被摄入饲料的转化率 (ECI)

$$= \frac{\text{虫体增加的重量}}{\text{被摄入饲料的重量}} \times 100\%$$

被消化饲料的转化率 (ECD)

$$= \frac{\text{虫体增加的重量}}{\text{被摄入饲料重量} - \text{排出粪便重量}} \times 100\%$$

结果与分析

一、不同饲料的饲养结果

不同饲料饲养第一代棉铃虫的结果见表 2。棉铃虫取食这四种人工饲料时，幼虫历期比对照组短 3—5 天，存活率比对照组高 20—25%。除豆粉饲料外，幼虫取食其它三种人工饲料时成虫的平均产卵量也比对照组多 300—500 粒。不同幼虫饲料对实验种群的最大影响表现在卵的孵化率方面：幼虫取食麦胚饲料和对照饲料时卵的孵化率最高，其

次是豆粉饲料和紫云英饲料；而玉米粉饲料组的孵化率只有20%左右。种群增长趋势指数是估价环境因素对昆虫种群生长影响的综合指标之一(吴坤君等,1978),如果用这个标准来衡量的话,供试饲料优劣的顺序是：麦胚饲料、紫云英饲料、豆粉饲料、对照饲料和玉米粉饲料。

表2 不同饲料对棉铃虫生长、发育和繁殖的影响(27±1℃)

饲料		玉米粉饲料	豆粉饲料	麦胚饲料	紫云英饲料	对照饲料
接种虫数		199	200	200	199	180
历期(天)	幼虫	12.5±0.1	12.4±0.1	13.2±0.2	14.3±0.2	17.0±0.2
	幼虫+蛹(♀)	27.6±0.3	27.1±0.3	27.8±0.3	28.7±0.2	30.8±0.3
存活率(%)	幼虫期	88.4	94.5	90.0	94.0	68.9
	蛹期	93.2	91.0	95.6	99.0	88.7
	幼虫+蛹	82.4	86.0	86.0	93.0	61.1
蛹重(毫克)	♀	351±8	379±7	357±5	361±6	328±6
	♂	357±8	371±9	334±4	363±6	330±9
成虫	产卵量	1866.8±166.5	1192.0±175.5	1747.5±138.5	1646.9±186.9	1311.1±213.5
	剖腹卵	13.0	75.0	18.1	7.1	23.7
	总卵量	1879.8	1267.0	1765.6	1654.0	1334.8
	产卵率(%)	99.3	94.1	98.4	99.6	98.2
	孵化率(%)	19.0±5.1	82.3±8.3	93.0±4.5	69.7±16.2	92.0±2.6
种群增长指数*		146.2	421.8	698.8	533.6	368.6

* 计算方法见参考文献(吴坤君等，1978)。

上述饲料连续饲养第二代棉铃虫的结果(见表3)进一步证明：紫云英饲料和麦胚饲料适合于饲养棉铃虫,前者更佳。用这两种饲料饲养时,棉铃虫在各个发育阶段的死亡率都很低,幼虫+蛹期的存活率在90%左右。用豆粉饲料或玉米粉饲料时第一代棉铃虫的存活率还比较高,但从第二代起各个发育阶段的死亡率显著增加,尤其是蛹期的死亡率分别高达49.3%和72.7%,幼虫+蛹期的存活率只有34%和18%。从形态上来看,蛹期大量死亡是由于有相当一部分幼虫化蛹不正常,有的蛹头部或胸部与蜕下的虫壳粘连,形成所谓的"驼蛹"或"僵蛹"；有些蛹的第一腹节腹面呈淡黄色斑膜,随着时间的推移,斑膜穿孔,蛹亦死亡。

表3 同种饲料连续饲养第二代棉铃虫的存活率

供试饲料		玉米粉	豆粉	麦胚	紫云英	对照
接种幼虫数		150	100	100	100	100
存活率(%)	1—3龄幼虫	74.0	85.0	93.0	96.0	51.0
	4—6龄幼虫	97.3	91.8	100.0	100.0	70.6
	预蛹	91.7	85.9	97.8	100.0	97.2
	蛹	27.3	50.7	96.7	97.9	88.6
	幼虫+蛹期	18.0	34.0	88.0	94.0	31.0

二、供试材料主要营养成分的分析

从连续两代的饲养结果可以清楚地看出，以紫云英或麦胚为主要成分的人工饲料基本上可以满足棉铃虫正常生长发育的营养需要；而以豆粉或玉米粉为主要成分则是不合适的。通过营养成分的分析(见表 4)表明，它们在含氮物质和含糖量方面有着很大的差异。紫云英和麦胚含糖多，含氮化合物也比较丰富，尤其是易于被昆虫消化利用的单糖和氨基氮的含量比较高，分别达总糖的 60% 和总氮含量的 0.03% 以上。豆粉的总氮含量虽然高达 6.32%，但大部分都是蛋白氮，氨基氮只占总氮含量的 0.015%；含糖量虽达12%左右，但其中只有 17% 是单糖。玉米粉的含氮量和含糖量都偏低，显然不能满足棉铃虫正常生长发育的营养需要。

表 4　供试材料的主要营养物质含量(%)

供试材料	紫云英		麦胚粉	豆　粉	玉米粉
	花	叶			
总氮	3.33±0.12	3.83±0.13	2.26±0.08	6.32±0.25	1.37±0.05
蛋白氮	2.77	3.06	0.87	5.02	1.26
非蛋白氮	0.56±0.02	0.77±0.03	1.39±0.05	1.30±0.03	0.11±0.01
氨基氮*	1.12±0.02	1.14±0.05	0.81±0.04	0.92±0.04	0.23±0.01
总糖	25.39±0.81	20.55±0.67	18.12±0.54	11.88±0.08	3.07±0.11
葡萄糖	5.77±0.21	6.29±0.25	6.04±0.20	1.15±0.05	0.37±0.01
果糖	15.34±0.40	6.45±0.19	4.98±0.19	0.92±0.04	0.73±0.02

* 每克干物质中含氨基氮的毫克数。

三、紫云英-麦胚人工饲料的组成

表 2 和表 3 所列的资料清楚地表明，紫云英饲料和麦胚饲料各有利弊。前者饲养的棉铃虫存活率高，但历期稍长，卵的孵化率也偏低；后者饲养的棉铃虫存活率虽然不如紫云英组，但幼虫发育快、卵孵化率高。由此设想，两者的混合配方应能取得更满意的饲养效果。

发展昆虫人工饲料的目的是为了简化饲养程序、节省时间和降低成本，以适应大量繁殖的需要。从表 1 可见，麦胚人工饲料中含有10%的奶粉，酵母粉用量也较多。进一步的试验(表 5)表明，麦胚饲料中是否添加奶粉，对棉铃虫的生长发育并没有什么影响；但酵

表 5　麦胚饲料中奶粉和酵母粉含量对棉铃虫生长发育的影响*

变动的成分		奶粉含量(%)		酵母粉含量(%)	
		10	0	26	6
接种幼虫数		80	80	100	100
幼虫历期(天)		12.2±0.2	12.7±0.3	11.2±0.1	20.8±0.4
存活率(%)	初孵幼虫→4 龄	93.8	91.3	92.0	87.0
	→预蛹	88.8	87.5	91.0	78.0
	→蛹	87.5	87.5	91.0	74.0
	→成虫	85.0	86.3	88.0	64.0

* 饲料中减少的奶粉或酵母粉由麦胚粉补足。

母粉含量由 26% 减少到 6% 时，幼虫历期延长近一倍，存活率也降低。

在昆虫的人工饲料中，不饱和脂肪酸往往是一种必不可少的成分 (Vanderzant, 1974; 忻介六等，1979)。例如，不饱和脂肪酸对美洲棉铃虫成虫的正常羽化有重要影响 (Schaeffer, 1968)；在茶卷叶蛾 *Homona coffearia* 的人工饲料中，亚油酸缺乏或用量不足都会降低化蛹率和羽化率(Sivapalan 等，1979)。在本试验过程中注意到几种人工饲料饲养棉铃虫时，都有少数成虫羽化不良，第二代成虫羽化不良的比例且有增加的趋势。

基于以上的考虑，在新的紫云英-麦胚人工饲料中省去了奶粉、适当地减少了酵母粉用量，但加入了少量的亚油酸 (表 6)。

表 6 棉铃虫紫云英-麦胚人工饲料的组成

成 分	用量(克)	成 分	用量(克)
紫云英	75.0	山梨酸	1.0
麦胚	75.0	琼 脂	14.0
酵母粉	30.0	亚油酸	1.0(毫升)
维生素 C	3.0	蒸馏水	800(毫升)
尼泊金	2.0		

四、用紫云英-麦胚饲料连续饲养棉铃虫

以紫云英饲料(表 1)连续饲养的第三代棉铃虫幼虫作为虫源，用新的紫云英-麦胚饲料继续饲养。从表 7 中可以看出，这种人工饲料在各方面均优于自然饲料。作者已用此饲料连续饲养棉铃虫达 16 代，各代幼虫的存活率在 85—97% 之间，从初孵幼虫至成虫羽化的存活率在 77—94% 之间。对其中几个世代成虫繁殖力的抽查结果表明，成虫的产卵量和卵的孵化率都没有明显的降低(表 8)。

表 7 不同饲料对棉铃虫发育和繁殖的影响*(25±1℃)

供 试 饲 料		紫云英-麦胚饲料	对 照 饲 料
幼虫历期(天)		16.5±0.6	19.1±0.5
化蛹率(%)		93.8	74.2
蛹重(毫克)	♀	299.8±7.3	273.4±5.7
	♂	298.1±7.6	263.3±5.9
平均产卵量		1526.7±106.6	1457.3±112.5
成虫寿命(天)	♀	21.1±1.3	17.7±1.3
	♂	23.1±2.2	25.0±1.9

* 用紫云英-麦胚饲料连续饲养的第九代幼虫作试验虫源。对照饲料组 1—3 龄幼虫喂以嫩棉叶，4—6 龄幼虫喂以嫩棉桃。

五、幼虫对紫云英-麦胚饲料的消化利用

昆虫对食物的消化利用效率是衡量饲料质量的指标之一。我们测定了 30 条 6 龄第一天的幼虫在 48 小时内对紫云英-麦胚饲料的消化和利用情况。供试幼虫在测定前、后

均饥饿 4 小时后称重，以尽量减少肠道内含物对虫体重量的影响。测定结果见表 9。刚蜕皮的 6 龄幼虫平均重 29.1 毫克，48 小时内虫体干物质增加 72.1 毫克，平均消耗饲料(干重)270.3 毫克，近似消化率（AD）为 41%，被摄入饲料和被消化饲料转化为虫体物质的效率分别为 26.7%（ECI）和 65.0%(ECD)。据曾益良等（1982）报道，棉铃虫（*H. armigera*）6 铃第三天幼虫取食含氮量不同的棉桃时，其近似消化率在 49.7—51.4% 之间，美洲棉铃虫（*H. zea*）第 7—9 天的幼虫取食常规人工饲料时其 AD、ECI 和 ECD 分别为 23.9%、13.6% 和 57.2%（Brewer 等，1979）。由此可见，棉铃虫对紫云英-麦胚饲料的消化利用效率也是比较高的。

表 8 紫云英-麦胚饲料连续饲养棉铃虫的结果*

代 数	接种虫数	化蛹率(%)	羽化率(%)	平均产卵量	孵化率(%)
1	200	94.0	93.0	1646.9	69.7
2	100	96.0	94.0	—	—
3	100	95.0	92.0	—	—
4	100	95.0	93.0	—	—
5	114	95.6	93.0	—	—
6	100	96.0	92.0	1007.9	76.0
7	80	97.5	93.8	—	—
8	80	85.0	81.3	1419.0	71.0
9	80	93.8	81.3	1526.7	72.5
10	80	92.5	86.3	—	—
11	70	85.7	77.1	—	—
12	80	88.8	86.3	—	—
13	80	96.3	93.8	—	—
14	80	96.3	91.3	1199.4	74.6
15	80	92.5	81.3	—	—
16	80	92.5	91.3	1497.6	87.4
平均		93.8	88.8	1383.0	75.2

* 第 1、2 两代用紫云英饲料饲养，其余各代均用紫云英-麦胚饲料连续饲养。

表 9 6 龄幼虫对紫云英-麦胚饲料的消化和利用

幼虫的食物消耗和生长(毫克干重)	食物利用系数(%)
摄食量：270.3±12.2	近似消化率 AD：41.0
排粪量：159.4±7.9	利用率 ECI：26.7
虫体增重：72.1±8.9	转化率 ECD：65.0

讨 论

有关棉铃虫人工饲料的报道虽然比较多，但研究对象主要是美洲棉铃虫(*H. zea*)，对棉铃虫（*H. armigera*）人工饲料的研究则尚属少见。在已知的棉铃虫人工饲料中，麦胚是应用最普遍的主要成分之一，它由小麦露芽、晒干、粉碎制成。小麦含有丰富的营养物质和昆虫正常生长发育所必需的蛋白质、糖类、甘油三酯、磷脂(包括胆碱和肌醇)、B族维生素、维素生 E、各种无机盐和丰富的酶系。麦胚蛋白质中含有 18 种常见的氨基酸（Inglett,

1974)，麦胚还含有刺激某些昆虫取食的物质（Gothilf 等，1967; Chippendale 等，1972)。然而，其中各种氨基酸的含量并不平衡，特别是动物所必需的赖氨酸含量较低。用小麦作为动物的唯一饲料时，赖氨酸往往是主要的营养限制因素。此外，小麦中色氨酸、蛋氨酸以及脂类的含量也偏低（Inglett，1974)。麦胚饲料中若不加胆固醇，棉铃象鼻虫就不能正常发育；若不加亚麻油酸，盐沼毛虫（*Estigmene acrea*）成虫就不能正常羽化（Vanderzant，1967)。因此，在已发表的棉铃虫麦胚饲料中，绝大多数都同时含有另一种主要成分，或酪蛋白，或黄豆粉。

紫云英俗称红花草、草籽等，是一种越年生的草本绿肥，也是家畜极好的青绿多汁饲料和蛋白质补充饲料。紫云英在盛花期含有丰富的蛋白质和脂类，其营养价值仅次于黄豆、豆饼而优于大麦、玉米和麸皮等(陈传恩，1959)。紫云英的花和叶含有丰富的糖类，尤其是单糖；在它们的含氮物质中，氨基氮所占的比例相当高（表 4)。Patel 等（1968）用以紫花苜蓿叶粉为主要成分的人工饲料饲养棉铃虫（*H. armigera*）时，发现幼虫存活率低，蛹比较小且部分蛹有明显的缺陷。在饲料中补充一些其它成分后，存活率虽然有所提高，但他们接种的是 1—3 龄幼虫，在接种前的幼虫是用盆栽的自然寄主饲养的。在自然情况下，棉铃虫幼虫主要取食寄主植物的繁殖器官、很少在叶上为害，对于棉铃虫来说，前者的营养价值无疑高于后者。从棉铃虫这种取食习性来看，Patel 等的人工饲料未能获得满意的效果是不难理解的。

我们的试验表明，用紫云英花、叶混合物或麦胚作为棉铃虫人工饲料的主要成分效果较好，用这两种材料混合作为基本成分配制的紫云英-麦胚饲料可以连续多代饲养棉铃虫，存活率一般不低于 80%，成虫平均产卵超过千粒，卵的孵化率在 70% 以上，幼虫对这种饲料的消化利用效率也比较高。

棉铃虫的紫云英-麦胚饲料配方简单、材料易得、制备方便。尤其是紫云英，我国南方各省和北方部分地区都普遍种植，是适于大量饲养棉铃虫的实用的人工饲料。

参 考 文 献

忻介六、苏德明 1979 昆虫、螨类和蜘蛛的人工饲料。73—82页。科学出版社。

吴坤君、陈玉平、李明辉 1978 不同温度下的棉铃虫实验种群生命表。昆虫学报 **21**(4): 385—92。

吴坤君 1980 棉铃虫的人工饲料。昆虫知识 **17**: (1)36—7。

河北省植保土肥研究所虫害室棉虫组 1978 人工饲养棉铃虫的几个问题。昆虫知识 **15**(4): 122—3。

卓乐姒、黄月兰、杨家荣 1981 棉铃虫人工饲料的研究。昆虫学报 **24**(1): 108—10。

陈传恩 1959 紫云英和黄花苜蓿及其栽培。上海科学技术出版社。

波钦诺克著，荆家海、丁钟荣译 1981 植物生物化学分析方法。82—195。科学出版社。

曾益良、龚佩瑜、姜立荣、张梅林 1982 施氮量对棉株和棉铃虫的影响。昆虫学报 **25**(1): 16—23.

Brewer, F. D., A. L. Tidwell and D. F. Martin 1975 Alternate sources of protein for *H. zea* in wheat germ diet. *Ann. Ent. Soc. Am.* **68**: 1047—9.

Brewer, F. D. and D. F. Martin, 1976 Substitutes for agar in a wheat germ diet used to rear the corn earworm and the sugarcane borer. *Ann. Ent. Soc. Am.* **69**: 255—6.

Brewer, F. D. and E. G. King 1979 Consumption and utilization of soyflour-wheat germ diets by *Heiothis* spp. *Ann. Ent. Soc. Am.* **72**: 415—7.

Burton, R. L., 1970 A low-cost artificial diet for the corn earworm. *J. Econ. Ent.* **63**: 1969—70.

Burton, R. L. and W. D. Perkins, 1972 WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. *J. Econ. Ent.* **65**: 385—6.

Chippendale, G. M. and R. A. Mann, 1972 Feeding behavior of *Angoumois* grain moth larvae. *J. Ins. Physiol.* **18**: 87—94.

Gothilf, S. and S. D. Beck, 1967 Larval feeding behavior of cabbage looper, *Trichoplusia ni*. *J. Ins. Physiol.* **13**: 1039—53.

Inglett, G. E. (ed.), 1974 Wheat: production and utilization. Westport, Conn., AVI Pub. Co. 500 pp.

Patel, R. C. et al., 1968 Mass breeding of *Heliothis armigera* (Hubner). *Indian J. Ent.* **30**: 272—80.

Schaeffer, C. H., 1968 The relationship of the fatty acid composition of *Heliothis zea* larvae to that of its diet. *J. Ins. Physiol.* **14**: 171—8.

Shorey, H. H. and R. L. Hale, 1965 Mass rearing of the larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. *J. Econ. Ent.* **58**: 522—4.

Sivapalan, P. and N. C. Gnanapragasam, 1979 Effects of varying proportions of dietary ingredients in meridic diets on the development of the tea tortrix, *Homona coffearia*, in the laboratory. *Ent. exp. and appl.* **26**: 55—60.

Twine, B. H., 1971 Cannibalistic behavior of *Heliothis armigera* (Hübner). *Queensl. J. Agric. Animal Sci.* **28**: 153—7.

Vanderzant, E. S. et al., 1962 Rearing the bollworm on artificial diet. *J. Econ. Ent.* **55**: 140.

Vanderzant, E. S., 1967 Wheat germ diets for insects: Rearing the boll weevil and the salt-marsh caterpillar. *Ann. Ent. Soc. Am.* **60**: 1062—6.

Vanderzant, E. S., 1968 Dietary requirements of the bollworm, *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae), for lipids, choline, and inositol and the effect of fats and fatty acids on the composition of the body fat. *Ann. Ent. Soc. Am.* **61**: 120—5.

Vanderzant, E. S., 1974 Development, signification, and application of artificial diets for insects. *Ann. Rev. Ent.* **19**: 139—60

Waldbauer, G. P., 1968 The consumption and utilization of food by insects. *Adv. Ins. Physiol.* **5**: 229—88.

A LUCERNE-WHEAT GERM DIET FOR REARING THE COTTON BOLLWORM, *HELIOTHIS ARMIGERA* (HÜBNER)

WU KUN-JUN

(Institute of Zoology, Academia Sinica)

An artificial diet with lucerne, including flowers and leaves, and wheat germ as the basic ingredients was developed for rearing the cotton bollworm *Heliothis armigera* (Hübner) in successive generations. Diet-fed larvae developed faster than those reared on cotton plants and the survival rate of the larvae on the diet was about 20% higher than that on the host plant. The female moths from the diet-fed larvae laid more eggs than those from cotton boll-fed larvae, although the percentage of egg-hatching in the diet-fed insects was a little lower than those in the cotton boll-fed insects.

H. armigera has been reared continuously for 16 generations on this diet. In this culture the percentage of newly hatched larvae reaching the adult stage ranged between 77% and 94%. The averaga number of eggs laid by the female moths from diet-fed larvae exceeded 1000 and the percentage of egg-hatching was not lower than 70%.

Key words *Heliothis armigera*——artificial diet